

BAB II

STUDI PUSTAKA

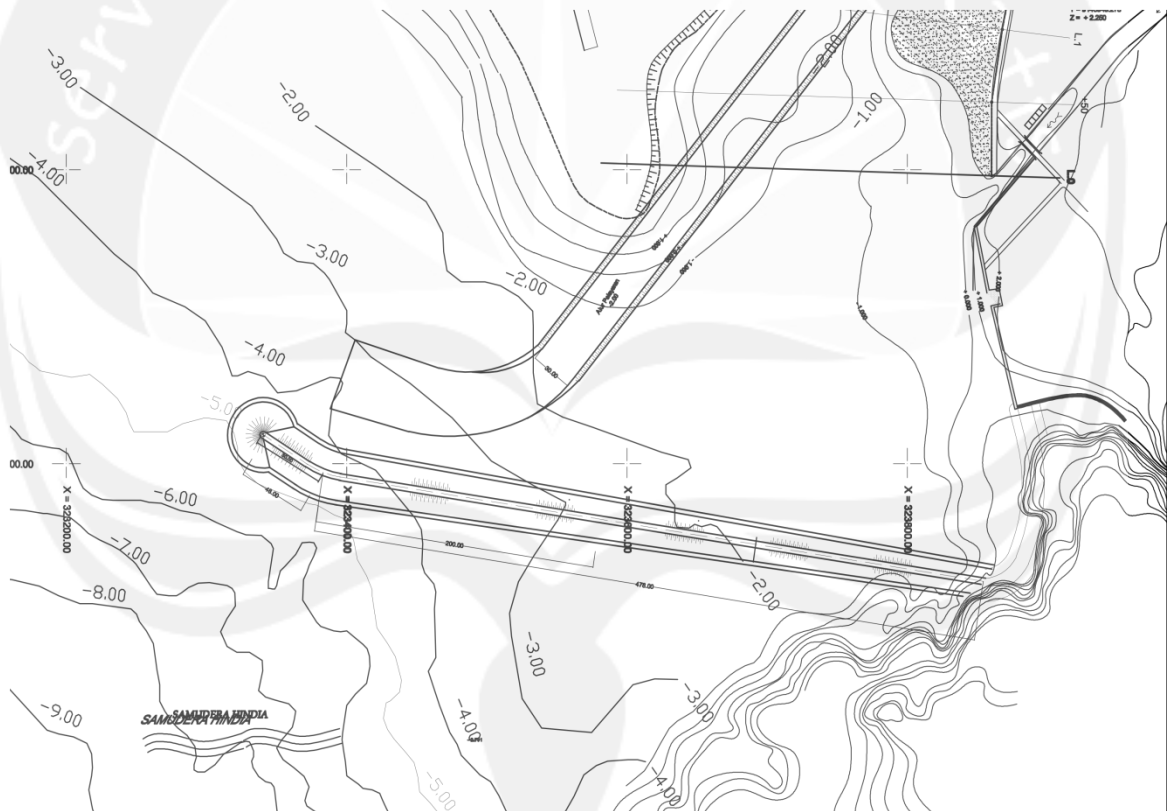
2.1 Tinjauan Umum

PPI Logending Pantai Ayah Kabupaten Kebumen menggunakan bangunan pengaman berupa pemecah gelombang dengan bentuk batuan buatan hexapod (Gambar 2.1). Pemecah gelombang digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang agar aman untuk tempat berlabuh kapal dan aktivitas pelabuhan lainnya. Bangunan pengaman harus direncanakan sedemikian rupa sehingga memberikan fungsi yang maksimal tetapi juga efisien ditinjau dari biaya, waktu, mobilitas pembangunannya, dan keamanan, (Triatmodjo, 1999).

Dewasa ini perancangan pemecah gelombang itu sendiri berkembang dengan pesat sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang ada. Terdapat beberapa jenis pemecah gelombang antara lain pemecah gelombang batu, pemecah gelombang dinding, pemecah gelombang konstruksi khusus. Sebagian besar pelabuhan di Indonesia menggunakan pemecah gelombang tipe sisi miring dikarenakan elevasi puncak bangunan rendah, kerusakan berangsur-angsur, dan murah bila dibandingkan dengan tipe pemecah gelombang lainnya, (Kramadibrata, 2002).

Pemecah gelombang sisi miring biasanya dibuat dari tumpukan batu alam yang dilindungi oleh lapis pelindung berupa batu besar atau beton dengan bentuk tertentu. Biasanya butir batu pemecah gelombang sisi miring disusun dalam beberapa lapis, dengan lapis terluar (lapis pelindung) terdiri dari batu dengan ukuran besar dan semakin kedalam ukurannya semakin kecil. Stabilitas batu lapis pelindung tergantung pada berat dan bentuk butiran serta kemiringan sisi bangunan, (Triatmodjo, 2007).

Dahulu penggunaan batu alami masih menjadi pilihan karena biaya yang murah dan tidak memerlukan perlakuan khusus terhadap bentuknya. Namun kelemahan dari batuan alami adalah kurangnya ikatan antar butiran, sulit didapatkan, dan mahal karena mobilitasnya karena sumber batuan yang jauh dari lokasi pembangunan. Beton dengan bentuk tertentu menjadi pilihan karena mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan komposisi materialnya mudah didapatkan. Batu buatan dengan bentuk tertentu dapat berupa tetrapod, hexapod, kubus modifikasi, dan bentuk lainnya. Bentuk batuan dapat mempengaruhi desain pemecah gelombang, gaya gelombang yang ada, stabilitas pemecah gelombang, (Triatmodjo, 1999).

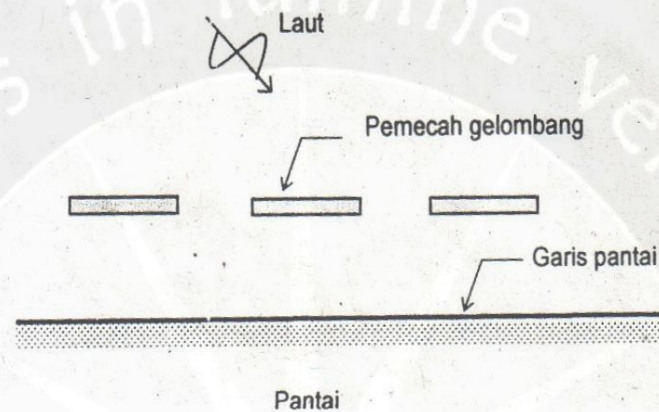


Gambar 2.1 Pemecah Gelombang PPI Logending Pantai Ayah

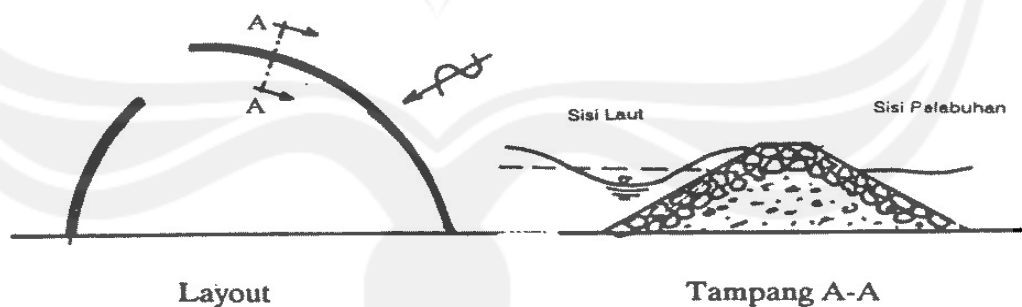
Sumber : Konsultan PPI Logending

2.2 Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang adalah konstruksi yang direncanakan untuk melindungi daerah atau garis pantai yang terletak di belakangnya dari serangan gelombang. Pemecah gelombang umumnya dibangun sejajar dengan garis pantai. Pemecah gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu pemecah gelombang sambung pantai dan lepas pantai, (Triatmodjo, 1999).



Gambar 2.2 Pemecah Gelombang Lepas Pantai
Sumber : Triatmodjo, 1999



Gambar 2.3 Pemecah Gelombang Sambung Pantai
Sumber : Triatmodjo, 1999

Pemecah gelombang memiliki beberapa bentuk dasar dan syarat-syarat teknis sebagai berikut.

1. Gelombang disalurkan melalui suatu dinding batu miring atau pemecah gelombang batu sehingga energi gelombang dapat dihilangkan secara gravitasi.
2. Batu-batu tersebut dapat pula dibuat dalam bentuk-bentuk secara buatan misalnya tetrapod, hexapod, kubus modifikasi, dll.
3. Dengan membangun suatu dinding tegak yang ketinggian dan kekuatannya cukup sehingga gelombang tersebut dapat didifraksi dan dihapuskan karena pecahnya gelombang.
4. Dinding pemecah gelombang diberi penyerap gelombang.

Pada studi lapis lindung pemecah gelombang dengan bentuk batuan tetrapod, hexapod, dan kubus modifikasi digunakan pemecah gelombang sisi miring. Adapun perhitungan dimensi, gaya gelombang pada breakwater, dan stabilitas pemecah gelombang menggunakan perumusan sebagai berikut, (Kamadibrata,2002).

2.2.1 Stabilitas Batu Lapis Pelindung

Perhitungan berat butir (W) dari batuan untuk konstruksi pemecah gelombang dapat dipakai rumus-rumus empiris berikut ini. Nilai K_D dapat dilihat pada Tabel L-3.

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad (2-1)$$

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a} \quad (2-2)$$

dengan,

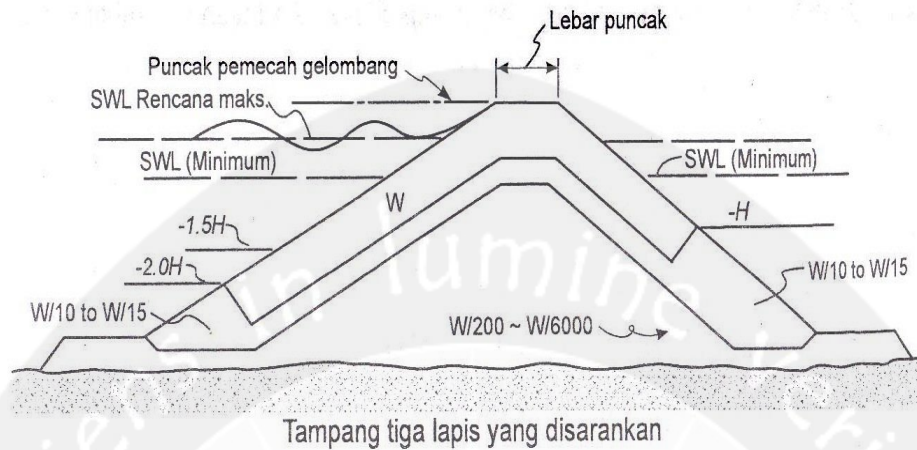
γ_r = Berat jenis batuan buatan

γ_a = Berat jenis air laut

K_D = Koefisien stabilitas

S_r = Perbandingan berat jenis batuan buatan dengan batu alam

SWL : Still water level (muka air diam)



Gambar 2.4 Pemecah Gelombang Sisi Miring Serangan Gelombang pada Satu Sisi

Sumber : Triatmodjo, 1999

Untuk menghitung lebar puncak pemecah gelombang digunakan rumusan sebagai berikut.

$$B = n K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \quad (2-3)$$

dengan,

n = Jumlah lapis lindung

K_{Δ} = Koefisien lapis, lihat Tabel 3.1

Untuk menentukan tebal lapisan pelindung dengan n adalah jumlah lapis dalam lapis lindung digunakan rumus dibawah ini.

$$t = n K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \quad (2-4)$$

Untuk menentukan jumlah batuan lapisan pelindung dalam satuan luasan digunakan rumus dibawah ini.

$$N = A n K_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{2/3} \quad (2-5)$$

dengan,

A = luas permukaan

n = jumlah lapis batu dalam lapis lindung

P = Porositas, lihat Tabel 2.1

Tabel 2.1 Koefisien Lapis dan Porositas Batu Pelindung

Batu Pelindung	n	Penempatan	K_{Δ}	P
Batu alam (halus)	2	Acak	1,02	38
Batu alam (kasar)	2	Acak	1,15	37
Batu alam (kasar)	>3	Acak	1,1	40
Kubus	2	Acak	1,1	47
Tetrapod	2	Acak	1,04	50
Quadripod	2	Acak	0,95	49
Hexapod	2	Acak	1,15	47
Tribar	2	Acak	1,02	54
Dolos	2	Acak	1	63
Tribar	1	Seragam	1,13	47
Batu alam		Acak		37

Sumber : Triatmodjo,1999

2.2.2 Stabilitas Pelindung Kaki

Berat butir batu untuk pelindung kaki bangunan diberikan persamaan berikut ini. Nilai angka stabilitas rencana (N_s^3) diperoleh dari Tabel L- 4.

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3} \quad (2-6)$$

2.3 Stabilitas Pemecah Gelombang

Setelah dilakukan perhitungan untuk dimensi pemecah gelombang perlu adanya perhitungan lebih lanjut mengenai keamanan dan kestabilan dari bangunan pemecah gelombang itu sendiri. Kestabilan pemecah gelombang dipengaruhi oleh berat dari pemecah gelombang, beban uplift, beban akibat gempa, beban akibat angin, dan beban akibat gaya hidrostatik. Dalam melakukan kontrol kestabilan pemecah gelombang dibutuhkan perumusan sebagai berikut, (Erman,2002).

- Gaya yang bekerja pada pemecah gelombang dapat dibedakan menjadi dua jenis arah gaya yaitu total gaya vertikal dan total gaya horizontal. Total gaya vertikal adalah jumlah dari berat sendiri dijumlah dengan gaya uplift. Total gaya horizontal adalah jumlah dari beban akibat gempa, beban akibat angin, dan beban hidrostatik.

a. Berat sendiri

Perhitungan berat sendiri (G) dimulai dengan menghitung luasan tampang pada kedalaman yang ditinjau dan dikalikan dengan berat jenis batuan buatan.

b. Beban *uplift*

Perhitungan beban *uplift* dimulai dengan menghitung luasan tampang yang terendam air pada tinggi gelombang yang direncanakan di kedalaman yang ditinjau dan dikalikan dengan berat jenis air laut.

c. Beban gempa

Beban yang dialami oleh pemecah gelombang yang diakibatkan oleh gaya gempa dapat dihitung dengan perumusan berikut ini.

$$F_E = \text{koef.gempa} \times G \quad (2-7)$$

Pemecah gelombang mengalami momen akibat gempa yang dapat menyebabkan pemecah gelombang terguling. Momen akibat angin diberikan pada rumusan berikut ini.

$$M_E = F_E \times X_E \quad (2-8)$$

dengan,

M_E = Momen akibat gempa

F_E = Gaya yang disebabkan gempa

X_E = Lengan momen

d. Beban akibat angin

Beban yang dialami oleh pemecah gelombang yang diakibatkan oleh gaya angin dapat dihitung dengan perumusan berikut ini.

$$F_W = A_W \times K \times W \quad (2-9)$$

dengan,

W = $c.v^2$

A_W = Luasan tampang yang terkena angin

K = Angka keamanan, diambil nilai 1,5

Pemecah gelombang mengalami momen akibat angin yang dapat menyebabkan pemecah gelombang terguling. Momen akibat angin diberikan pada rumusan berikut ini.

$$M_W = F_W \times X_W \quad (2-10)$$

dengan,

M_W = Momen akibat angin

F_W = Gaya yang disebabkan angin

X_W = Lengan momen

e. Beban hidrostatik

Beban yang dialami oleh pemecah gelombang yang diakibatkan oleh gaya hidrostatik dapat dihitung dengan perumusan berikut ini.

$$F_H = A_W \times TB \times \gamma_a \quad (2-11)$$

dengan,

A_W = Luasan tampang gaya hidrostatik

TB = Titik pusat gaya

γ_a = Berat jenis air laut

Pemecah gelombang mengalami momen akibat gaya hidrostatik yang dapat menyebabkan pemecah gelombang terguling. Momen akibat gaya hidrostatik diberikan pada rumusan berikut ini.

$$M_H = F_H \times X_H \quad (2-12)$$

dengan,

M_H = Momen akibat angin

F_H = Gaya yang disebabkan angin

X_H = Lengan momen

ii) Dimensi pemecah gelombang dan total gaya yang bekerja pada pemecah gelombang berpengaruh kepada kestabilan dari pemecah gelombang itu. Dalam perhitungan ini dilakukan kontrol stabilitas terhadap empat tinjauan.

a. Tinjauan terhadap geser

$$\text{Faktor Keamanan} = \frac{\text{gaya tahan}}{\text{gaya geser}} \geq 1,5 \quad (2-13)$$

Dengan,

$$\text{Gaya tahan} = C.A + G. \tan \phi \quad (2-14)$$

$$\text{Gaya geser} = \text{Total gaya horizontal} \quad (2-15)$$

C = Nilai kohesi (ton/m^2)

A = Luas bidang (m^2)

G = Berat beban sendiri (ton)

ϕ = Sudut geser tanah

b. Tinjauan terhadap guling

$$\text{Faktor Keamanan} = \frac{M_{\text{lawan guling}}}{M_{\text{guling}}} \geq 2 \quad (2-16)$$

Dengan,

$$M_{\text{guling}} = M_E + M_W + M_H \quad (2-17)$$

M_E = Momen akibat gaya gempa (tm)

M_W = Momen akibat angin (tm)

M_H = Momen akibat beban hidrostatis (tm)

$$M_{\text{lawan guling}} = \text{Total gaya vertikal} \times \frac{B}{2} \quad (2-18)$$

B = Lebar dasar (m)

c. Tinjauan terhadap eksentrisitas

$$e_{\text{hitung}} \leq e_{\text{ijin}} \quad (2-19)$$

$$e_{\text{hitung}} = \{0,5 \times B\} - \left\{ \frac{(M_{\text{lawanguling}} - M_{\text{guling}})}{\text{Total gaya vertikal}} \right\} \quad (2-20)$$

$$e_{\text{ijin}} = \frac{1}{6} B \quad (2-21)$$

Dengan,

e = Eksentrisitas (m)

B = Lebar dasar (m)

d. Tinjauan terhadap daya dukung tanah

$$\sigma_{1,2} = \left\{ \frac{\text{Total gaya vertikal}}{B} \right\} \times \left\{ 1 \pm \frac{6 \times e_{\text{hitung}}}{B} \right\} \quad (2-22)$$

Syarat:

$$\sigma_1 < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma_2 > 0$$

dengan,

$$\sigma_{ijin} = (\gamma' \times D_f \times N_q) + (0,5 \times \gamma' \times B \times N_\gamma) \quad (2-23)$$

Keterangan:

G_s = Berat butir / Specific Gravity (G_s) yaitu perbandingan antara berat massa/butir tanah terhadap berat air yang mempunyai isi sama dengan butir pada suhu standard (tanpa dimensi)

C = Nilai kohesi

n = Nilai porositas

e = Kadar pori / Void Ratio (e) yaitu perbandingan antara isi pori dengan isi tanah seluruhnya dan derajat kejenuhan / Degree of saturation (S_r).

$$e = \frac{n}{(1-n)} \quad (2-24)$$

γ_{sat} = berat volume tanah jenuh

$$\gamma_{sat} = \left[\frac{(G_s + e)}{(1+e)} \right] \times \gamma_a \quad (2-25)$$

γ' = berat volume tanah efektif

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_a \quad (2-26)$$

D_f = Tinggi pondasi pemecah gelombang, diambil nilai tinggi pelindung kaki

Nilai N_c , N_q , dan N_γ dapat ditentukan dengan menggunakan nilai sudut geser tanah dan Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Nilai Faktor Daya Dukung Terzaqhi

ϕ	Nc	Nq	N _r	Nc	Nq	N _r
0	5,7	1	0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35	23,7	11,7	9
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Sumber : Chrystadi,1994

2.4 Hydro-oceanografi

Data tentang kondisi wilayah yang berhubungan dengan data angin, data gelombang, dan data pasang surut. Data tersebut sangat diperlukan dalam perencanaan bangunan yang berguna untuk mendukung kegiatan pelayaran di pelabuhan.

2.4.1 Angin

Sirkulasi udara yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi disebut angin. Gerakan udara ini disebabkan oleh perubahan temperatur atmosfer. Perubahan temperatur di atmosfer disebabkan oleh perbedaan penyerapan panas oleh tanah dan air, atau perbedaan panas di gunung dan lembah, atau perubahan yang disebabkan oleh siang dan malam, atau perbedaan suhu pada belahan bumi bagian utara dan selatan karena adanya perbedaan musim dingin dan panas. Daratan cenderung lebih cepat menerima dan melepaskan panas, oleh sebab itu maka siang hari terjadi angin laut yang diakibatkan oleh naiknya udara daratan yang digantikan oleh udara dari darat. Pada malam hari terjadi sebaliknya, yaitu terjadi angin darat yang diakibatkan oleh naiknya udara di laut dan digantikan oleh udara dari darat, (Triatmodjo,1999).

i) Data angin

Kecepatan angin diukur menggunakan *anemometer* atau juga dapat diukur dengan memperhatikan kondisi sekitar kemudian gunakan skala *Beaufort*. Kecepatan angin dinyatakan dalam *knot*. Satu *knot* adalah panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam atau satu *knot* = 1,852 km/jam. Data angin diperlukan untuk peramalan tinggi dan periode gelombang. Dari data angin yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel (Tabel 2.3) atau diagram yang disebut *wind rose* atau mawar angin (Gambar 2.5). Dengan *wind rose* ini maka karakteristik angin dapat dibaca. Data angin menunjukkan prosentase kejadian angin dengan kecepatan tertentu dari berbagai arah dalam periode waktu pencatatan. Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh angin yang meliputi kecepatan angin (U), lama hembus angin (D) dan arah angin dari *fetch* (F).

Tabel 2.3 Data Presentase Kejadian Angin Di Kemayoran tahun 1974-1985

Kecepatan (Knot)	Arah Angin							
	U	TL	T	Tg	S	BD	B	BL
0-10	88.3%							
10-13	1,23	0,27	0,32	0,06	0,08	0,6	0,56	1,35
13-16	1,84	0,4	0,48	0,08	0,13	0,7	0,7	2,03
16-21	0,17	0,07	0,08	0,01	0,01	0,12	0,12	0,2
21-27	0,01	-	-	-	-	0,03	0,03	-

Sumber : Triatmodjo, 2007

2.4.2 Gelombang

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Pembangkit gelombang laut dapat disebabkan oleh angin (gelombang angin), gaya tarik menarik bumi-bulan-matahari (gelombang pasang-surut), gempa (vulkanik atau tektonik) di dasar laut (gelombang tsunami), ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal. Dari beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam bidang teknik adalah gelombang angin dan pasang-surut (pasut). Dalam perencanaan pelabuhan pantai gelombang merupakan faktor utama yang diperhitungkan karena akan menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai, (Triatmodjo, 1999). Adapun perhitungan gelombang dalam merencanakan pemecah gelombang adalah sebagai berikut.

i) Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L sehingga menjadi (d/L) , gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam. Klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Klasifikasi Gelombang

Jenis Gelombang	Syarat	Cepat Rambat Gelombang	Panjang Gelombang
Laut dangkal	$d/L \leq 1/20$	$C = \sqrt{gd}$	$L = \sqrt{gd} T = C T$
Laut transisi	$1/20 \leq d/L < 1/2$	$\frac{C}{C_0} = \tanh \left[\frac{2d\pi}{L} \right]$	$\frac{L}{L_0} = \tanh \left[\frac{2d\pi}{L} \right]$
Laut dalam	$d/L \geq 1/2$	$C_0 = \frac{gT}{2\pi}$	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$

Sumber : Triatmodjo, 1999

Dengan,

C = Cepat rambat gelombang

C_0 = Cepat rambat gelombang laut dalam

L_0 = Panjang gelombang laut dalam

g = Percepatan gravitasi

T = Periode gelombang

Pada laut dalam dengan $g = 9,81 \text{ m/d}^2$ nilai panjang gelombang (L_0) dan cepat rambat gelombang (C_0) menjadi persamaan berikut ini.

$$L_0 = 1,56 T^2 \quad (2-28)$$

$$C_0 = \frac{L_0}{T} \quad (2-29)$$

ii) Deformasi Gelombang

Apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses refraksi dan pendangkalan gelombang, difraksi, refleksi dan gelombang pecah.

a. Gelombang Laut Dalam ekivalen

Tinggi gelombang laut dalam ekivalen untuk keadaan dimana gelombang tidak mengalami difraksi dinyatakan dalam bentuk :

$$H'_0 = K_r H_1 \quad (2-30)$$

Dengan,

H'_0 = Tinggi gelombang laut dalam ekivalen

K_r = Koefisien refraksi

H_1 = Tinggi gelombang dilokasi bangunan

Konsep tinggi gelombang laut dalam ekivalen ini digunakan dalam analisa gelombang pecah, limpasan gelombang dan proses lain.

b. Pendangkalan gelombang

Pendangkalan gelombang atau sering juga disebut *wave shoaling* terjadi dikarenakan adanya pengaruh perubahan kedalaman dasar laut. Fungsi dari perhitungan *wave shoaling* yaitu menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang, (Triatmodjo, 1999). Adapun perhitungan koefisien pendangkalan (K_s) digunakan rumusan berikut ini dengan nilai n dapat dari Tabel L-1.

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{nL}} \quad (2-31)$$

c. Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi dikarenakan gelombang datang membentuk sudut terhadap garis pantai. Refraksi dapat menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang, (Triatmodjo,1999). Untuk menghitung koefisien refraksi (K_r) diperlukan parameter sudut antara garis puncak gelombang dan garis kontur dasar laut titik yang ditinjau (α_1), sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dengan garis pantai (α_0), cepat rambat gelombang di titik yang ditinjau (C_1), cepat rambat gelombang laut dalam (C_0).

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \quad (2-32)$$

Dimana pada hukum Snell berlaku apabila ditinjau gelombang di laut dalam dan di suatu titik yang ditinjau yaitu:

$$\sin \alpha_1 = \frac{C_1}{C_0} \sin \alpha_0 \quad (2-33)$$

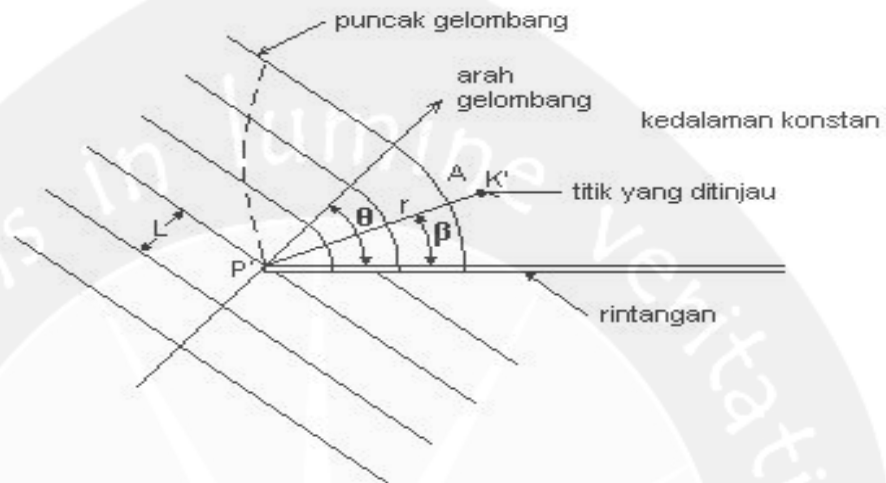
d. Difraksi Gelombang

Apabila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung di belakangnya. Fenomena ini dikenal dengan difraksi gelombang. Untuk menghitung nilai dari koefisien difraksi (K') diperlukan parameter kedalaman di belakang pemecah gelombang (d_A), jarak titik di tinjau terhadap ujung rintangan (r), sudut antara rintangan dan garis yang menghubungkan titik ditinjau dengan ujung rintangan (β), dan sudut antara arah penjalaran gelombang dan rintangan (θ). Perbandingan antara tinggi gelombang di titik yang terletak di daerah terlindung dan tinggi gelombang datang disebut koefisien difraksi (K'), perhitungan diselesaikan dengan persamaan berikut ini, (Triatmodjo,1999).

$$H_A = K' H_1 \quad (2-34)$$

$$K' = f(\theta, \beta, r/L) \quad (2-35)$$

Nilai K' untuk Θ , β , dan r/L tertentu diberikan dalam Tabel L-2 yang didasarkan pada penyelesaian matematis untuk difraksi cahaya (Panny and Price, 1952; dalam Sorensen, 1978)



Gambar 2.8 Difraksi Gelombang

Sumber : Triatmodjo, 1999

e. Tinggi Gelombang Laut Dangkal

Tinggi gelombang di laut dangkal terjadi akibat pengaruh refraksi gelombang dan *wave shoaling* (pendangkalan gelombang), diberikan oleh rumus berikut, (Triatmodjo, 1999).

$$H_1 = K_s K_r H_0 \quad (2-36)$$

dengan,

H_1 =Tinggi gelombang dilokasi bangunan

K_s =Koefisien pendangkalan

K_r =Koefisien refraksi

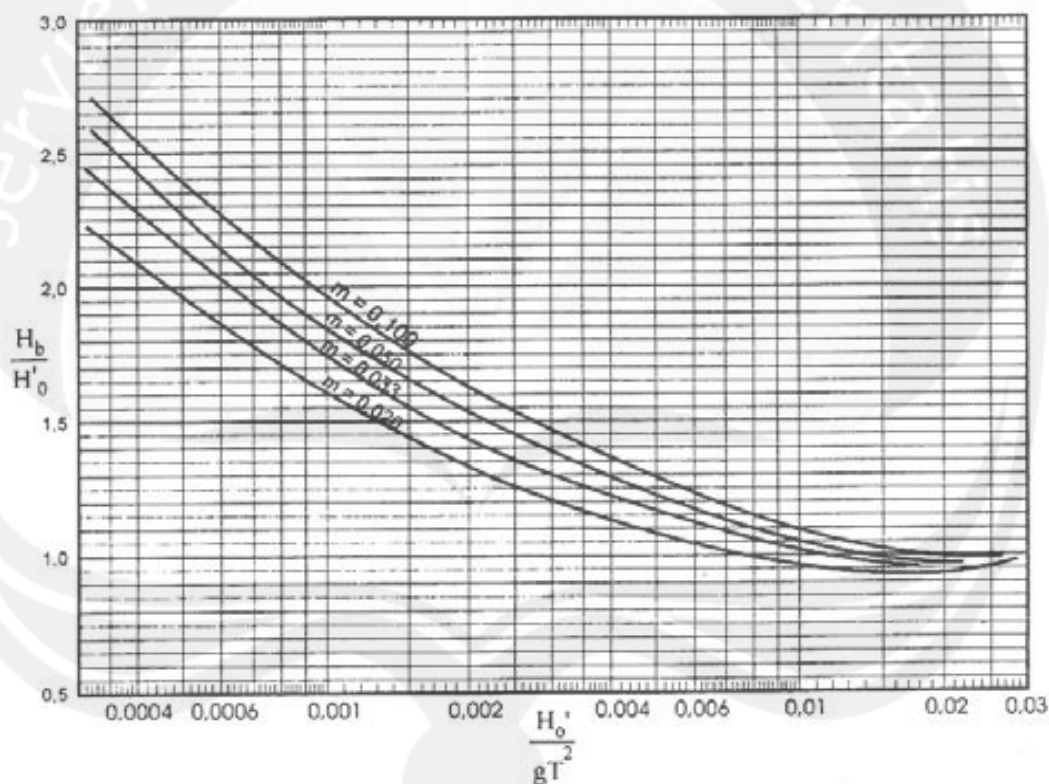
H_0 =Tinggi gelombang laut dalam

f. Gelombang Pecah

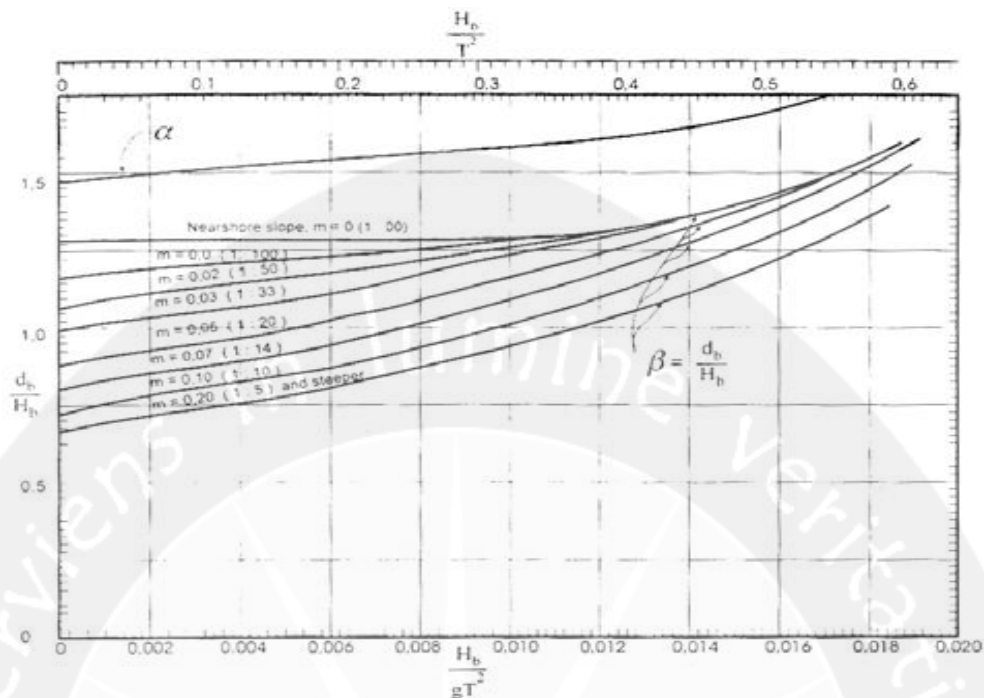
Gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Semakin menuju ke perairan yang lebih dangkal puncak gelombang semakin tajam dan lembah gelombang semakin

datar. Selain itu, kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah.

Beberapa peneliti lain (Iversen, Galvin, Goda; dalam CERC, 1984) membuktikan bahwa H_b/H_o' dan db/H_b tergantung pada kemiringan pantai dan kemiringan gelombang datang. Gambar 2.9 menunjukkan hubungan antara H_b/H_o' dan H_o'/Lo' untuk berbagai kemiringan dasar laut. Gambar 2.10 menunjukkan hubungan antara db/H_b dan H_b/gT^2 .



Gambar 2.9 Penentuan Tinggi Gelombang Pecah
Sumber : Triatmodjo, 1999



Gambar 2.10 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah

Sumber : Triatmodjo, 1999

g. *Runup* dan *Rundown*

Runup gelombang terjadi pada saat gelombang datang bergerak menuju ke pantai dan membentur kemiringan garis pantai atau bangunan pelindung pantai maka sebagian energi gelombang akan diubah menjadi gerakan air yang meluncur ke arah lereng bangunan. Setelah mencapai elevasi maksimum, akan terjadi aliran balik yang disebut *rundown* akibat gaya gravitasi. *Rundown* akan terus berlangsung sampai datang *runup* dari gelombang berikutnya atau *rundown* mencapai lembah dari gelombang berikutnya. Fungsi bilangan Iribaren untuk berbagai jenis lapis lindung mempunyai bentuk berikut.

$$I_r = \frac{\tan \theta}{(H_1/L_0)^{0.5}} \quad (2-37)$$

Dengan,

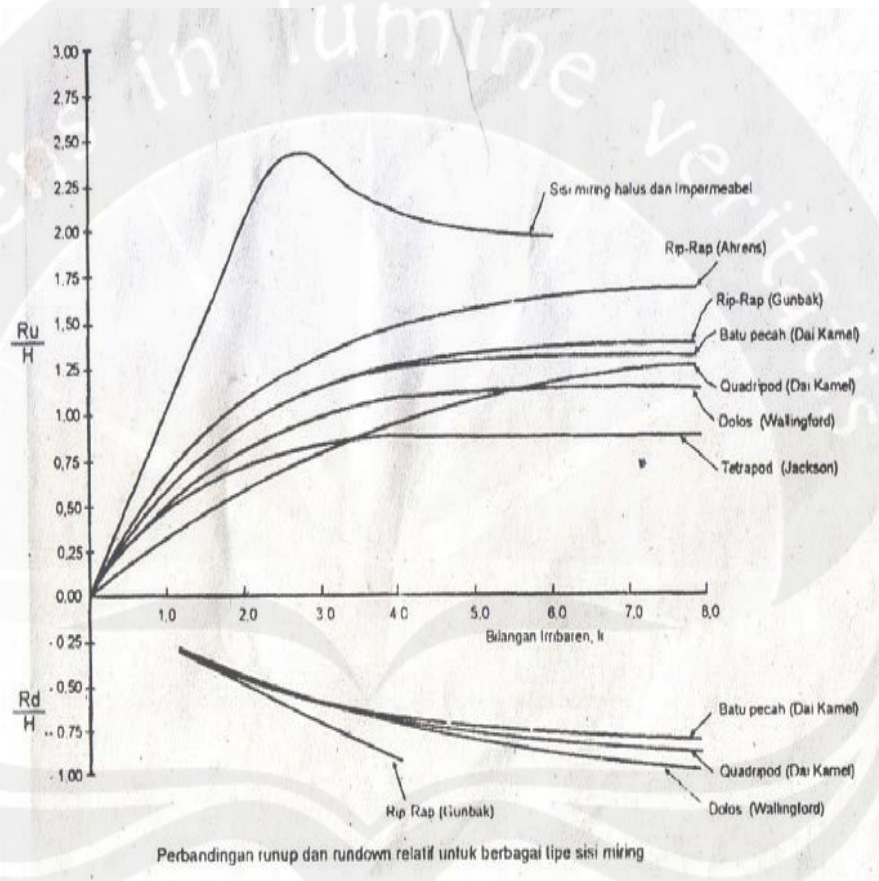
I_r = Bilangan Iribaren

θ = Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang

H_1 = Tinggi gelombang di lokasi (m)

L_o = Panjang gelombang di laut dalam (m)

Kurva pada Gambar 2.11 memiliki bentuk tak berdimensi untuk runup relative R_u/H_1 atau R_d/H_1 sebagai fungsi dari bilangan Iribaren, dimana R_u adalah *runup* dan R_d adalah *rundown* yang dihitung dari muka air laut rerata.



Gambar 2.11 Grafik *Runup* Gelombang

Sumber : Triatmodjo, 2007

2.4.3 Pasang Surut

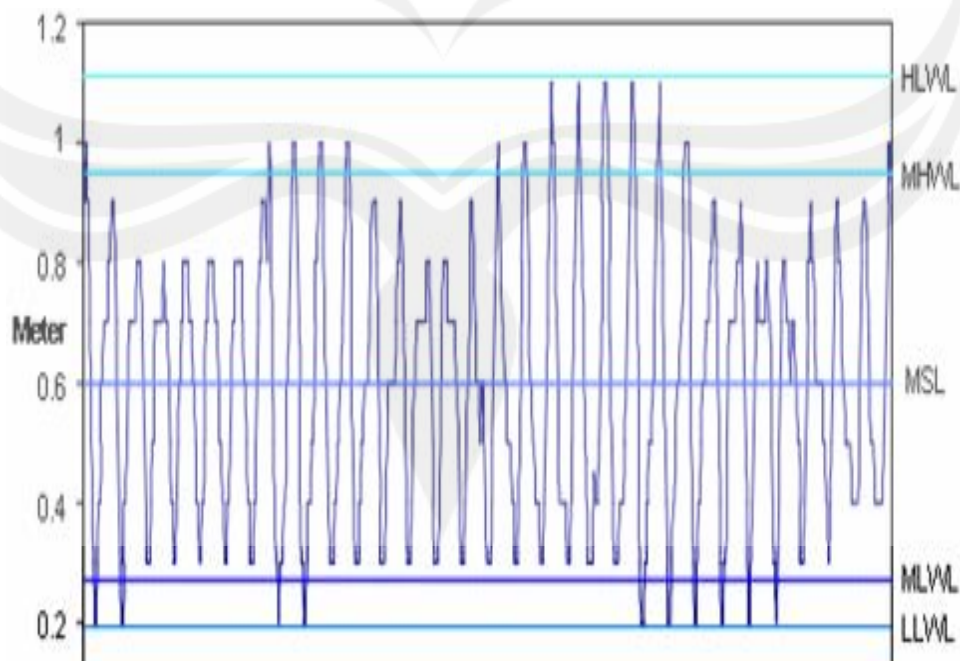
Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan muka air terendah (surut) sangat penting untuk perencanaan bangunan pantai.

Data pasang surut didapatkan dari pengukuran selama minimal 15 hari. Dari data tersebut dibuat grafik pasang surut sehingga didapatkan HHWL,

MHWL, MSL, MLWL, LLWL. Dalam pengamatan selama 15 hari tersebut, telah tercakup satu siklus pasang surut yang meliputi pasang surut purnama dan perbani. Saat terjadi pasang surut purnama akan terjadi tinggi pasang surut paling besar dibandingkan hari lainnya. Sedangkan saat pasang surut perbani akan terjadi tinggi pasang surut paling kecil dibandingkan hari lainnya. Beberapa definisi elevasi muka air laut yaitu:

1. *Mean High Water Level* (muka air tinggi rerata) adalah rerata dari muka air tinggi.
2. *Mean Low Water Level* (muka air rendah rerata) adalah rerata dari muka air rendah.
3. *Mean Sea Level* (muka air laut rerata) adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.
4. *Highest High Water Level* (muka air tinggi tertinggi) adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
5. *Lowest Low Water Level* (muka air rendah terendah) adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Untuk lebih jelasnya tentang elevasi muka air laut dilihat pada Gambar 2.12.

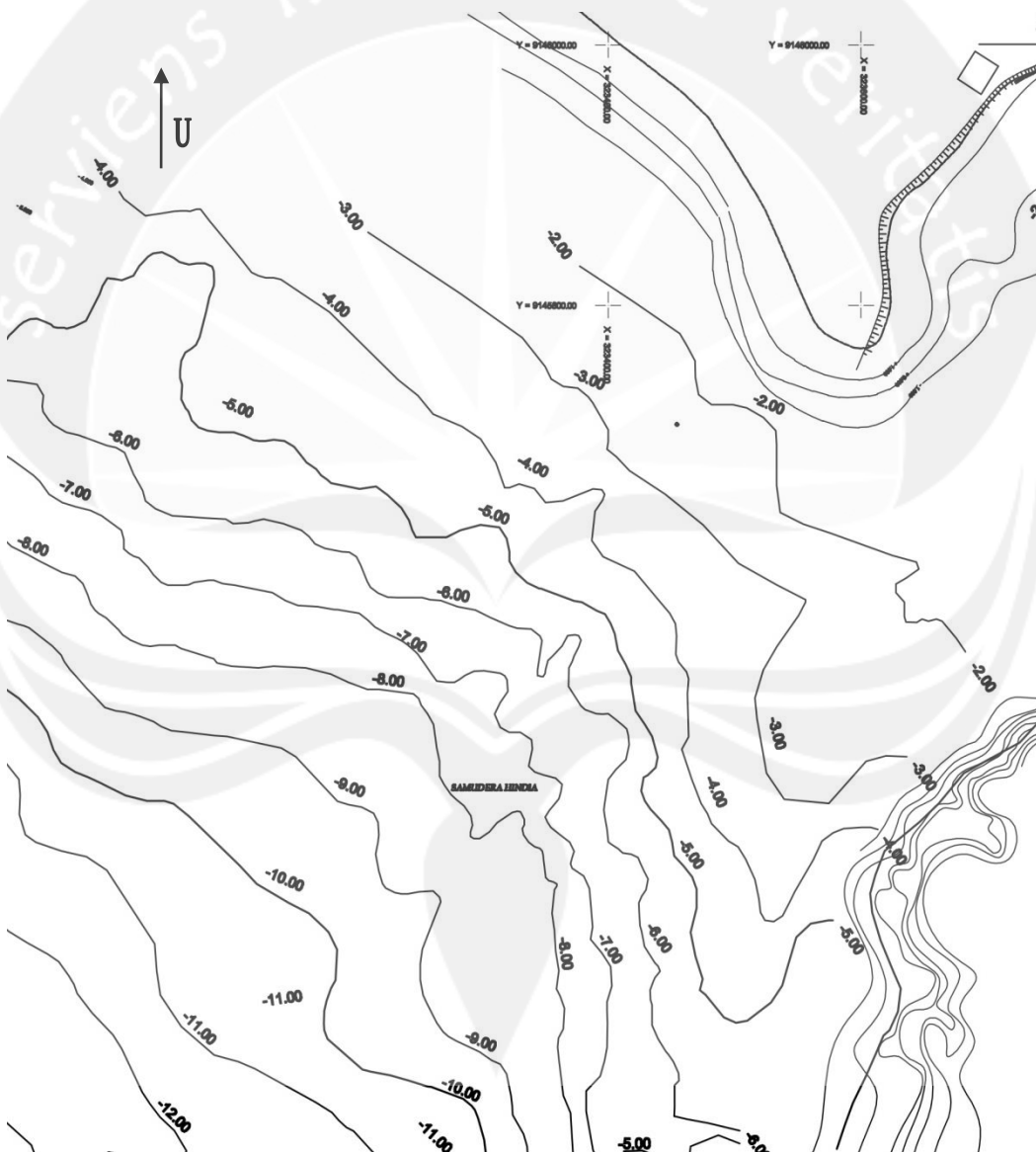


Gambar 2.12 Elevasi Muka Air Laut

Sumber : Triatmodjo, 2007

2.4.4 Bathimetri

Peta bathimetri (Gambar 2.13) diperlukan untuk mengetahui kedalaman laut di sekitar lokasi pekerjaan atau penelitian. Ketidaktepatan dalam pekerjaan pemetaan bathimetri dapat menyebabkan elevasi yang tidak sesuai maupun perbedaan volume aktual pada pekerjaan pengerukan yang cukup besar. Mengingat pentingnya pemetaan bathimetri sehingga harus dilakukan dengan baik. (Triatmodjo,1999).



Gambar 2.13 Peta Bathimetri PPI Logending Pantai Ayah

Sumber : Konsultan PPI Logending